

Drive slip regulation method for 4-wheel drive vehicle provides slip-dependent braking of rear wheel exhibiting drive slip with synchronized braking of other rear wheel

Patent number: DE19916096

Publication date: 2000-10-26

Inventor: BRUEGGEMANN RAINER (DE); POLZIN NORBERT (DE)

Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Classification:

- international: B60T8/24; B60T8/175; B60T8/1755; B60T8/58; B60T8/24; B60T8/17; B60T8/58; (IPC1-7): B60T8/34

- european: B60T8/175

Application number: DE19991016096 19990409

Priority number(s): DE19991016096 19990409

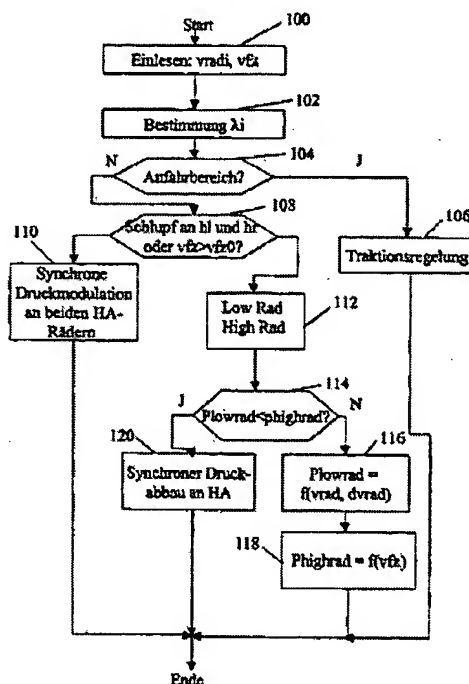
Also published as:

JP2000309260 (A)

Report a data error here

Abstract of DE19916096

The drive slip regulation method provides selective braking of a rear axle driven wheel when an unacceptable level of wheel slip is exhibited by this wheel. The rear wheel exhibiting the wheel slip is braked in dependence on the detected wheel slip, while the other driven rear wheel is provided with a given braking force, e.g. dependent on the velocity of the vehicle, with the braking for both wheels applied in synchronism.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 16 096 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
B 60 T 8/34

⑳ Aktenzeichen: 199 16 096.1
㉑ Anmeldetag: 9. 4. 1999
㉒ Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 199 16 096 A 1

㉑ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:
Brueggemann, Rainer, 71706 Markgröningen, DE;
Polzin, Norbert, 74374 Zaberfeld, DE

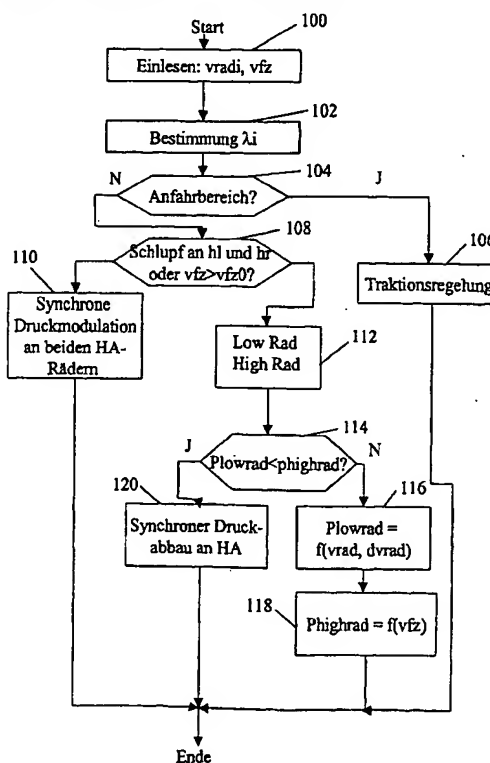
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 34 21 776 C2
DE 196 39 621 A1
DE 196 03 427 A1
DE 44 00 685 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Antriebsschlupfregelsystem für Fahrzeuge mit angetriebener Vorder- und Hinterachse

⑤⑦ Es wird ein Antriebsschlupfregelsystem für Fahrzeuge mit angetriebener Vorder- und Hinterachse vorgeschlagen, bei welchem bei unzulässigem Radschlupf an wenigstens einem angetriebenen Hinterrad dieses Hinterrad gebremst wird. Dabei findet am anderen Hinterrad ein Bremskraftaufbau auf einen vorgegebenen Wert statt, auch wenn dieses keinen unzulässigen Radschlupf aufweist.



DE 199 16 096 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Antriebsschlupfregelsystem für Fahrzeuge mit angetriebener Vorder- und Hinterachse.

Ein solches Antriebsschlupfregelsystem ist beispielsweise aus der DE-A 34 21 776 (US-Patent 4 589 511) bekannt. Dort wird ein oder mehrere Räder eines allradgetriebenen Fahrzeugs gebremst, wenn dieses oder diese Räder im Vergleich zu den anderen Rädern durchdrehen. Dadurch wird beim Anfahren eine Sperrwirkung erreicht, welche die Traktion des Fahrzeugs verbessert. Mechanische Sperren sind somit weitgehend überflüssig. Maßnahmen zur Stabilisierung des Fahrzeugs über Bremseneingriff an der Hinterachse werden jedoch nicht beschrieben.

Es ist Aufgabe der Erfindung, bei Fahrzeugen mit angetriebener Vorder- und Hinterachse Maßnahmen anzugeben, mit denen durch Bremseneingriff an der Hinterachse die Fahrzeugbewegung stabilisiert wird.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lösung, bei Auftreten einer Raddinstabilität an einem Rad der Hinterachse das stabil laufende Hinterrad durch Bremskraftaufbau zu stabilisieren, und somit eine Antriebsmomentenverteilung von der Hinterachse auf die Vorderachse zu bewirken, verbessert die Fahrstabilität eines Fahrzeugs mit angetriebener Vorder- und Hinterachse.

Besonders vorteilhaft ist, daß dies ohne mechanische Differentialsperren realisiert wird, so daß ein kostengünstiges Konzept für allradgetriebene Fahrzeuge sich ergibt.

Besonders vorteilhaft ist, daß durch die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise bei Fahrzeugen mit Hecktriebscharakteristik das Übersteuern bei niedrigen Reibwerten reduziert wird. Dies deshalb, weil durch die Antriebsmomentenverlagerung von der Hinterachse auf die Vorderachse letztere in Schlupf gebracht werden kann. Dieser Schlupf führt zu einer Untersteuerungstendenz. Das Fahrzeug schiebt zum kurvenäußeren Rand. Dadurch wird das Fahrzeug beherrschbarer, weil das unangenehme Übersteuerungsverhalten deutlich abgeschwächt wird.

Der herkömmliche traktionsverbessernde Bremseneingriff bei Schlupf an wenigstens einem Vorderrad trägt zudem weiter zur Verbesserung der Stabilität des Fahrzeugverhaltens bei. Dies zeigt sich bei Kurvenfahrt, insbesondere bei Abbiegevorgängen auf Schnee oder Eis mit zügiger Weiterfahrt, da die dort auftretende Übersteuerungstendenz reduziert ist.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen beziehungsweise aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 zeigt ein Übersichtsblockschaltbild einer Steuereinrichtung zur Steuerung einer Bremsanlage eines Fahrzeugs im Rahmen des Antriebsschlupfregelsystems. In Fig. 2 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorgehensweise als Flußdiagramm skizziert. Dieses stellt eine Realisierung als Rechnerprogramm dar.

Fig. 1 zeigt eine Steuereinheit 10, welche wenigstens eine Eingangsschaltung 12, wenigstens einen Mikrocomputer 14 und wenigstens eine Ausgangsschaltung 16 umfaßt. Diese Elemente werden durch ein Kommunikationssystem 18 zum gegenseitigen Datenaustausch miteinander verbunden. Der Eingangsschaltung 12 werden Eingangsleitungen zugeführt, über die Signale zugeführt werden, die Betriebsgrößen repräsentieren oder aus denen Betriebsgrößen ableitbar sind. Im nachfolgenden werden aus Übersichtlichkeitsgründen lediglich Eingangsleitungen 20 bis 24 dargestellt, welche die Radgeschwindigkeiten repräsentierenden Signale zuführen. Diese werden in Meßeinrichtungen 26 bis 30 ermittelt. Daneben werden je nach Ausführungsbeispiel weitere Größen zugeführt, z. B. ein die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentierendes Signal. Über die Ausgangsschaltung 16 und die daran angeordneten Ausgangsleitungen gibt die Steuereinheit 10 Stellgrößen im Rahmen der von der Steuereinheit 10 durchgeführten Steuerungen ab. Über die wenigstens eine Ausgangsleitung 36 wird dabei die Bremsanlage 38 des Fahrzeugs betätigt. Die Bremsanlage ist je nach Ausführungsbeispiel eine hydraulische oder pneumatische Bremsanlage, bei der Bremsdruck in den Radbremsen gesteuert wird oder eine Bremsanlage mit elektromotorischer Zuspannung, bei der die Bremskraft oder das Bremsmoment am Rad eingestellt wird. Im folgenden wird unter Bremskraft daher je nach Ausführung Bremsdruck, Bremskraft, Bremsmoment oder eine mit diesen Größen zusammenhängende Größe verstanden.

Wie nachfolgend beschrieben wird im Rahmen der Antriebsschlupfregelung bei einem allradgetriebenen Fahrzeug beziehungsweise einem Fahrzeug mit angetriebener Vorder- und Hinterachse durch entsprechenden Bremseneingriff an der Hinterachse ein zusätzlicher Stabilitätsgewinn erreicht. Die Vorderachse wird dabei abhängig vom jeweiligen Radschlupf geregelt, wobei ein durchdrehendes Rad abhängig vom Radschlupf gebremst wird, um die Traktion des Fahrzeugs aufrechtzuerhalten. Die stabilitätsverbessernde Wirkung wird erreicht, indem an der Hinterachse Bremskraft auch am nichtschlupfenden Rad aufgebaut wird, wenn eines der Hinterachsräder unzulässigen Schlupf aufweist und sich deshalb in Regelung befindet.

Es werden verschiedene Geschwindigkeitsbereiche in Bezug auf die Steuerung der Hinterachsräder im Rahmen der Antriebsschlupfregelung vorgegeben. Im Anfahrbereich (z. B. unter 10 km/h) gibt es keinen Stabilitätseingriff an der Hinterachse. Es wird eine reine Traktionsregelung durchgeführt, das heißt jedes schlupfende Rad wird durch Bremskraftaufbau individuell abgebremst, während am nicht schlupfenden Rad kein Bremskraftaufbau stattfindet. Die entsprechende Regelung findet auch in Bezug auf die Vorderachsräder statt. Zwischen dem Anfahrbereich und einer Maximalgeschwindigkeit (z. B. 80 km/h), innerhalb dem eine Traktions- und Stabilitätsregelung durch entsprechende Bremsbetätigung der Hinterachsbremsen durchgeführt wird, wird am durchdrehenden Rad (Low-Rad) der Schlupf nach dem folgenden Grundprinzip geregelt. Dieses Grundprinzip gilt auch für die Traktionsregelung.

Die Größe des Bremskraftaufbaus ist abhängig von der Größe des Radschlupfes und der Radbeschleunigung. Ist ein großer Radschlupf vorhanden (große Abweichung zwischen erfaßtem Radschlupf und dem Sollschlupf), wird eine große Bremskraft aufgebaut. Solange großer Radschlupf vorhanden ist, wird weiter aufgebaut. Verringert sich der Radschlupf, wird die Bremskraft möglichst lange gehalten. Zeigt sich eine große Raddynamik, das heißt eine große Beschleunigung des Rades findet ein schnellerer Bremskraft-

aufbau statt. Ist die Raddynamik klein, das heißt ist die Radbeschleunigung gering, wird die Bremskraft gehalten. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Bremsanlage wird die Bremskraft durch Bremsdruck bereitgestellt. Der Druckaufbau wird dabei gepulst ausgeführt, wobei sich die Pausenzeiten zwischen den einzelnen Pulsen je nach Radgeschwindigkeit und Radbeschleunigung berechnen. Entsprechend findet der Druckabbau über eine Abbaupulsreihe mit Abbaupulsen statt. Auch diese Pausenzeiten werden je nach Radverlauf im oben genannten Sinne modifiziert. Allgemein wird Bremskraft im Rahmen der Traktionsregelung der Antriebsschlupfregelung abgebaut, wenn die Regelabweichung für den Antriebsschlupf am geregelten Rad verschwindet oder wenn bei bestehender Regelabweichung der Schlupf kontinuierlich kleiner wird, so daß auf ein zu großes Sperrmoment geschlossen werden kann. Die Regelabweichung ist dabei die Abweichung des Schlupfes des geregelten Rades von dem Sollschlupf beziehungsweise dem Schlupfswellenwert.

Neben dieser Traktionsregelung am durchdrehenden Hinterrad wird das nichtgeregelte Rad (High-Rad) durch Vorspannen in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit stabilisiert, ohne daß ein unzulässiger Schlupf auftritt. Dies führt zu einem Grundsperrmoment mit stabilisierter Wirkung. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der präventiv aufgebaute Bremsdruck in Fahrzeuggeschwindigkeitsbereichen zwischen 10 und 15 km/h auf 10 bar, zwischen 15 und 20 km/h auf 20 bar, und oberhalb 20 km/h auf 30 bar eingestellt. Dieser Druck wird solange konstant gehalten, bis der Druck am achsgleichen Hinterrad, welches geregelt wird, diesen Druck unterschreitet. Danach wird in beiden Rädern Druck abgebaut. Die präventiv aufgebaute Bremskraft am High-Rad beugt einer möglichen Instabilität des Fahrzeugs vor. Aufgebaut wird die Bremskraft mit Beginn der Regelung am Low-Rad.

Außerhalb des Anfahrbereichs wird eine besondere Maßnahme durchgeführt, wenn beide Räder unzulässigen Schlupf zeigen. In diesem Fall wird die Bremskraft an den Hinterachsrädern synchron an beiden Rädern entsprechend den oben genannten Vorgehensweise moduliert. Dieser Stabilitätseingriff ist auch bei höheren Geschwindigkeiten wirksam. Der dadurch bewirkte Bremskraftaufbau an der Hinterachse führt zu einer Momentenverlagerung auf die Vorderräder, die dann für mehr Vortrieb sorgen können.

Oberhalb des Antriebsschlupfregelbereichs mit Traktions- und Stabilitätsregelung wird auch bei einseitigem Schlupf oberhalb der oberen Fahrzeuggeschwindigkeitsgrenze (z. B. 80 km/h) die Bremskraft an beiden Hinterrädern synchron moduliert, entsprechend der Vorgehensweise im unteren Geschwindigkeitsbereich, wenn beide Räder durchdrehen. Dies führt zu einer Stabilitätsverbesserung, die in diesem Geschwindigkeitsbereich im Vordergrund steht.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die beschriebene Lösung als Programm des Mikrocomputers 12 der Steuereinheit 10 realisiert. Ein Beispiel für ein derartiges Programm ist anhand des Flußdiagramms nach Fig. 2 skizziert. Dieses wird zu vorgegebenen Zeitpunkten durchlaufen und zeigt die Steuerung der Hinterradbremse gemäß der oben dargestellten Vorgehensweise. An den Vorderachsbremsen bei wenigstens einem durchdrehenden Rad ein Eingriff durchgeführt, welcher in Fig. 2 nicht dargestellt ist und der ohne Stabilitätsverbesserung lediglich die Traktion an den Vorderrädern verbessert, indem das durchdrehende Rad gebremst, das nicht durchdrehende Rad nicht gebremst wird.

Das Programm wird durchlaufen, wenn für ein Hinterrad die Antriebsschlupfregelung aktiv ist, d. h. ab dem Zeitpunkt, an dem an wenigstens einem der Hinterräder Durch-

drehneigung (unzulässiger Radschlupf) auftritt, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der aufgebaute Bremsdruck in den Radbremsen abgebaut ist. Eine Durchdrehneigung wird erkannt durch Vergleich des jeweiligen Radschlupfwertes mit einem vorgegebenen Soll- beziehungsweise Schwellenwert. Überschreitet der Radschlupf den Sollwert, liegt am entsprechenden Durchdrehneigung vor. Im ersten Schritt 100 nach Start des Programms werden die Radgeschwindigkeiten V_{radiator} der Hinterräder, die Fahrzeuggeschwindigkeit VFZ eingelesen. Darüber hinaus werden im Schritt 100 die in den Radbremsen eingesteuerten Bremsdrücke eingelesen, welche entweder gemessen oder beispielsweise auf der Basis der Anzahl und/oder der Länge der Aufbau- und Abbaupulse geschätzt werden. Im Schritt 102 wird für beide Räder der vorliegende Radschlupf λ_i ermittelt und mit dem Schwellenwert zur Bildung der Regelabweichung verglichen.

Im Schritt 104 wird dann anhand der Fahrzeuggeschwindigkeit überprüft, ob sich das Fahrzeug im Anfahrbereich befindet. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als ein vorgegebener unterer Grenzwert, z. B. 10 km/h, ist. Ist dies der Fall, wird der unzulässige Radschlupf an dem oder den Rädern gemäß Schritt 106 im Rahmen einer reinen Traktionsregelung reduziert. Dies bedeutet, daß in der Hinterradbremse Druck aufgebaut wird, deren Rad durchdreht, während am nicht durchdrehenden Rad kein Bremskraftaufbau erfolgt. Stabilitätsverbessernde Maßnahmen wie nachfolgend beschrieben werden im Rahmen der Traktionsregelung also nicht durchgeführt. Nach Schritt 106 wird das Programm beendet und zum nächsten Zeitpunkt erneut gestartet.

Befindet sich das Fahrzeug nicht im Anfahrbereich, so wird im Schritt 108 überprüft, ob unzulässiger Radschlupf an beiden Hinterrädern aufgetreten ist oder ob die Fahrzeuggeschwindigkeit größer als ein oberer Grenzwert (beispielsweise 80 km/h) ist. Ist dies der Fall, wird gemäß Schritt 110 die Druckmodulation an beiden Hinterrädern synchron ausgeführt. Dies bedeutet, daß der Bremsdruck in beiden Hinterradbremse nach Maßgabe des jeweils höheren Radschlupfes moduliert wird beziehungsweise im Falle der Überschreitung der Maximalgeschwindigkeit der Bremsdruck in beiden Hinterradbremse nach Maßgabe des Radschlupfes des schlupfenden Rades eingestellt wird. Bei der Modulation des Bremsdruckes in Abhängigkeit des Radschlupfes werden die eingangs genannten Zusammenhänge aus der Traktionsregelung eingesetzt. Nach Schritt 110 wird das Programm beendet und zum nächsten Zeitpunkt erneut durchlaufen.

Ist keine der Bedingungen aus Schritt 108 erfüllt, wird im Schritt 112 das Low-Rad und das High-Rad definiert. Low-Rad ist dabei das Rad, an welchem der unzulässige Radschlupf auftritt, welches also gebremst wird. High-Rad ist das andere Rad, welches stabil läuft. Im darauffolgenden Schritt 114 werden die Bremsdruckwerte Lowrad am Low-Rad und am High-Rad phighrad miteinander verglichen. Ist der Bremsdruck im Low-Rad größer als der im High-Rad, wird gemäß Schritt 116 der Low-Radbremmsdruck nach Maßgabe des Schlupfes und des Radverhaltens (Radbeschleunigung d_{vrad} , Schlupf λ) bestimmt, während gemäß Schritt 118 der Bremsdruck am High-Rad nach Maßgabe der Fahrzeuggeschwindigkeit z. B. wie oben dargestellt bestimmt wird. Nach Schritt 118 wird das Programm beendet und zum nächsten Zeitpunkt durchlaufen.

Hat Schritt 114 ergeben, daß der Low-Radbremmsdruck unter den High-Radbremmsdruck absinkt, wird gemäß Schritt 120 an beiden Hinterrädern synchron Druck abgebaut. Ist keines der Hinterräder mehr mit Druck beaufschlagt, wird die Antriebsschlupfregelung deaktiviert und das Programm beendet.

Patentansprüche

1. Antriebsschlupfregelsystem für Fahrzeuge mit angetriebener Vorder- und Hinterachse, bei welchem bei unzulässigem Radschlupf an wenigstens einem Antriebsrad dieses Antriebsrad gebremst wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei unzulässigem Radschlupf an einem der angetriebenen Räder der Hinterachse dieses Rad nach Maßgabe des Radschlupfes gebremst wird, während am anderen Hinterrad, an dem kein unzulässiger Schlupf auftritt, eine vorgegebene Bremskraft aufgebaut wird. 5
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Bremskraft abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs ist. 15
3. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Bremskraft am nichtschlupfenden Rad abgebaut wird, wenn die Bremskraft am geregelten Rad den Wert der Bremskraft am nichtgeregelten Rad unterschreitet. 20
4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremskraft an beiden Rädern synchron abgebaut wird.
5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Anfahrbereich unterhalb einer Minimalgeschwindigkeit das schlupfende Rad nach Maßgabe des Radschlupfes gebremst wird, während im nicht schlupfenden Rad keine Bremskraft aufgebaut wird. 25
6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremskraftmodulation an beiden Rädern der Hinterachse synchron erfolgt, wenn an beiden Antriebsrädern der Hinterachse unzulässiger Radschlupf auftritt oder wenn nur ein Hinterrad unzulässigen Radschlupf zeigt, die Fahrzeuggeschwindigkeit aber oberhalb einer vorgegebenen Maximalschwelle ist. 30
7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsräder an der Vorderachse nach Maßgabe des Radschlupfes individuell gebremst werden, wobei nur am schlupfenden Rad Bremskraft aufgebaut wird. 40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

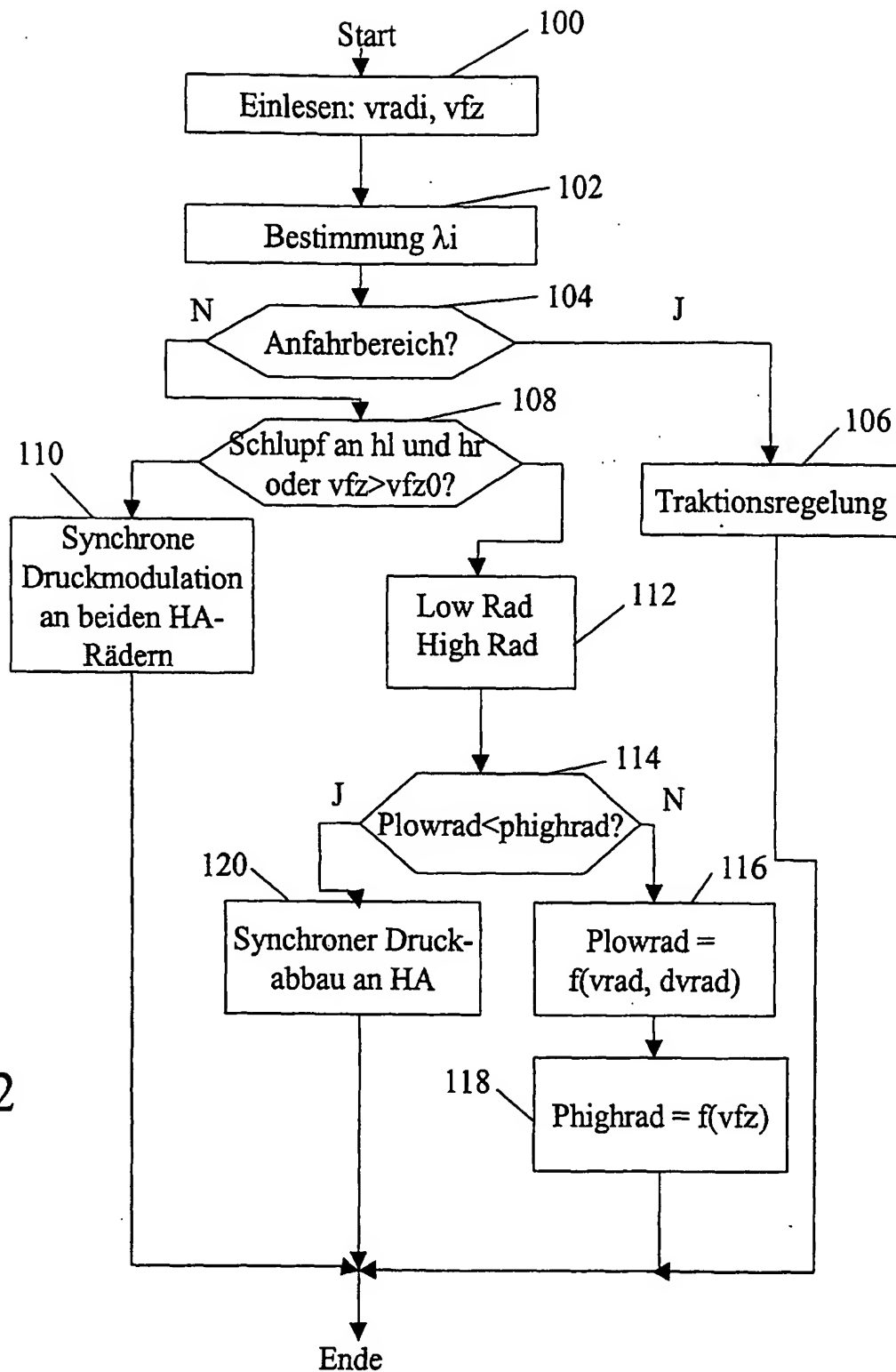


Fig. 2

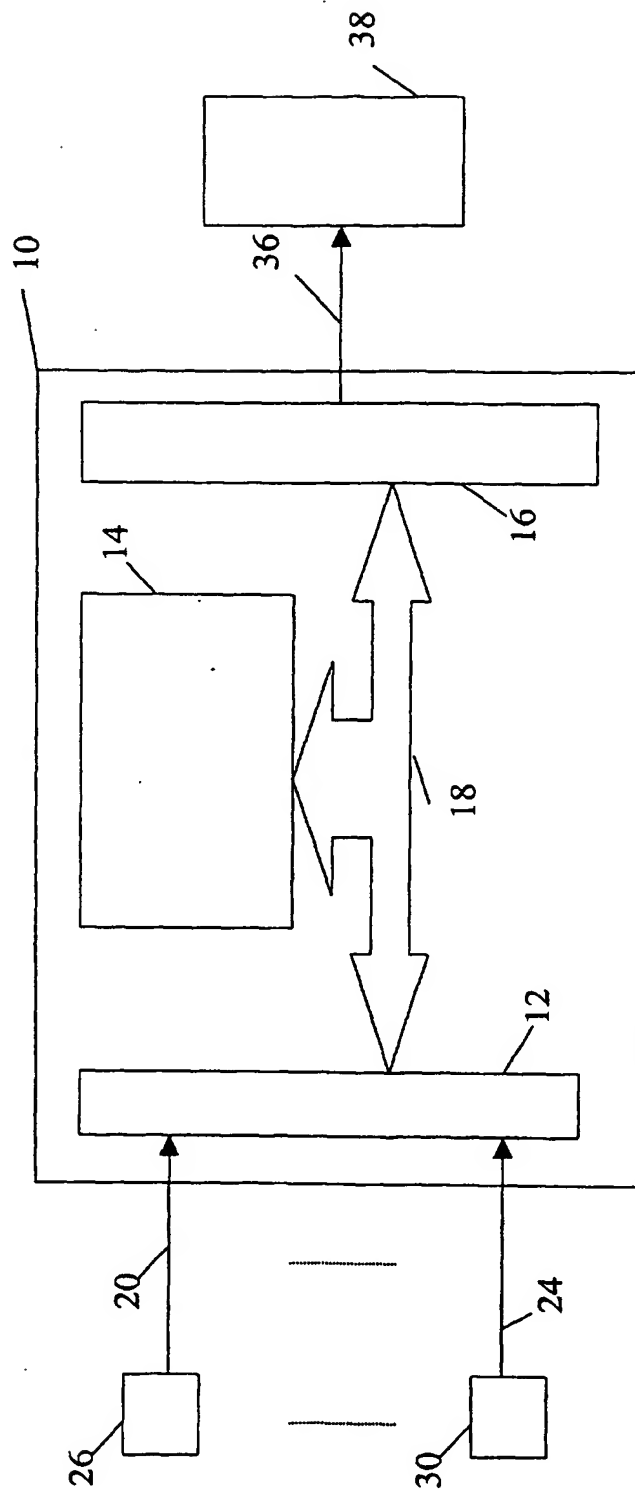


Fig.1